Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 3, Fall 2019, p. 319-329

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص. 329-319

تاثیر مکمل‌های آلی و معدنی روی در جیره بره‌های نر نژاد کرمانی بر غلظت مواد معدنی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و برخی فراسنجه‌های خون

امیر موسائی[1*]

تاریخ دریافت: 1396/08/20
تاریخ پذیرش: 1397/04/19

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تغذیه مکمل‌های روی-متیونین و سولفات روی بر غلظت مواد معدنی و برخی فراسنجه‌های خون بره‌های نر کرمانی، 21 راس بره 7 ماهه با متوسط وزنی 0/90± 28 کیلوگرم انتخاب و جیره‌های شاهد (فاقد مکمل روی)، روی متیونین (40 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) و سولفات روی (40 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در قالب یک طرح کاملا تصادفی با 3 تیمار و 7 تکرار به مدت 9 هفته بر روی بره‌ها اعمال شد. خون‌گیری در شروع (زمان صفر) و هفته‌های 3، 6 و 9 آزمایش انجام شد. غلظت کلسیم و فسفر سرم در طی زمان افزایش یافت (P<0/05) اما بین گروه‌های آزمایشی تفاوتی وجود نداشت. یافته‌های این آزمایش نشان داد که غلظت روی سرم بره‌ها قبل از شروع آزمایش کمتر از حد نرمال (90-150 میکروگرم در دسی‌لیتر) بود، اما در طی آزمایش افزایش یافت. میانگین غلظت روی سرم خون در گروه‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های آلی و معدنی روی به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود (P<0/05) و این تفاوت بیشتر در هفته سوم آزمایش مشهود بود. غلظت مس، گلوکز و پروتئین تام سرم تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرارنگرفت. اما در طی زمان، غلظت گلوکز و پروتئین تام افزایش یافت (P<0/01). میانگین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گروه روی-متیونین بیشتر از شاهد بود (P<0/05)، فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز، مشابه با تغییرات روی، در بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی در هفته 3 آزمایش بالاتر بود (P<0/05). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از مکمل‌های روی-متیونین و سولفات روی به میزان 40 میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک بره‌های نر تغذیه‌شده با جیره پایه حاوی 48 میلی‌گرم روی و 11/7 میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک، سبب افزایش غلظت روی سرم خون و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و آلکالین فسفاتاز شد و بر غلظت سرمی کلسیم، فسفر، مس، گلوکز و پروتئین تام اثر منفی نداشت. همچنین تفاوتی بین اثرات دو مکمل آلی و معدنی روی بر فراسنجه‌های یاد شده مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: بره کرمانی، روی-متیونین، سولفات روی، سیستم آنتی اکسیدانی، متابولیت های خون

مقدمه

بخش زیادی از کشور ایران بویژه در بخش‌های مرکزی و جنوبی در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است که دام‌ها در این مناطق از کمبود مواد مغذی در طی سال رنج می‌برند. یکی از راه‌های بهبود سلامت دام و تولیدات دامی استفاده از عناصر کم‌مصرف به‌عنوان عوامل بهبود دهنده متابولیکی[2] می‌باشد. این عوامل می‌توانند عملکرد رشد و متابولیسم دام را بهبود بدهند (12). یکی از عناصر ضروری برای دام‌ها بویژه گوسفند، عنصر روی است. برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که خاک‌های ایران دارای کمبود ماده معدنی روی هستند (18). این عنصر در ساختار بسیاری از متالوآنزیم‌ها مانند سوپراکسید دیسموتاز، کربنیک انهیدراز، الکل دهیدروژناز، آلکالین فسفاتاز و لاکتات دهیدروژناز مشارکت دارد و در دام‌هایی که از خوراک‌های حاوی غلظت‌های بالای مس مصرف می‌کنند، به‌علت رابطه‌ی آنتاگونیستی مس با روی، و یا در دام‌هایی که الیاف تولید می‌کنند، نظیر گوسفندان پشمی، کمبود آن رایج‌تر است (14). به‌طور کلی منابع مکمل روی به دو دسته منابع معدنی (مانند سولفات و اکسید روی) و منابع آلی (مانند روی-متیونین، روی-پروتئینات و روی-لایزین) تقسیم‌بندی می‌شوند. نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه‌ی اثرات روی بر سلامت و تولید دام‌های نشخوارکننده، متفاوت بوده است. برخی پژوهش‌ها حاکی از جذب و ابقاء بالاتر و غلظت

1- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
(* - نویسنده مسئول: moosaee.amir@gmail.com)
Doi:10.22067/ijasr.v11i3.68647
2-Metabolic modifiers

بافتی و زیست‌فراهمی بیشتر منابع آلی روی نسبت به منابع معدنی آن است (25). افزایش نرخ جذب روده‌ای روی و بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی خون میش‌های تغذیه‌شده با مکمل آلی روی گزارش شده است (15). روی از طریق فعال‌نمودن آنزیم سوپراکسید دیسموتاز سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی شده و می‌تواند در شرایط بروز تنش‌های اکسیداتیو سبب کاهش آسیب‌های وارده به سلول شود. با وجود این، برخی پژوهش‌های دیگر عدم تفاوت منابع آلی با معدنی و تاثیر آن‌ها بر تولید و فراسنجه‌های خونی را بیان کرده‌اند (11). نرخ جذب روی در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان بین 10 تا 30 درصد متغیر است که به نوع مکمل روی و مقدار عناصر دیگر مانند آهن و مس جیره بستگی دارد. از سوی دیگر، احتیاجات روی بسته به نژاد، سن، و تولید حیوان متفاوت است به‌طوری‌که احتیاجات روی در گوسفندان پشمی و یا در شرایط تنش بیشتر است (28). در شرایط گرمسیری، دماهای بالای 30 درجه سانتی‌گراد و شاخص دمایی-رطوبتی (THI)[1] بالای 80 سبب بروز تنش گرمایی در گوسفند می‌شود که وجود تنش سبب افزایش نیاز به مواد معدنی می‌شود (14و21). بنابراین نرخ جذب پایین روی از یک سوی و کمبود خوراک و وجود تنش‌های محیطی و انگلی در مناطق خشک کشور از سوی دیگر، نیاز دام‌ها به افزودن روی در جیره را ایجاب می‌کند. متاسفانه نیاز گوسفندان ایران در مراحل مختلف تولید به روی و تغییرات فراسنجه‌های خونی آن‌ها در پاسخ به تغذیه با مکمل‌های آلی و معدنی روی به‌خوبی مشخص نشده است. از این‌رو هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر مکمل‌های روی بر غلظت مواد معدنی و برخی فراسنجه‌های خون و همچنین مقایسه مکمل آلی با معدنی در بره‌های نر کرمانی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر افزودن مکمل روی-متیونین و سولفات روی بر غلظت عناصر و متابولیت‌های خون بره‌های نر کرمانی، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از 21 بره 7 ماهه (متوسط وزنی 0/9±28 کیلوگرم) با 3 تیمار و 7 تکرار به مدت 11 هفته (2 هفته سازگاری و 9 هفته جمع‌آوری داده) در ایستگاه تحقیقاتی شهید بهشتی دانشگاه جیرفت انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل 1) شاهد (فاقد روی افزودنی)؛ 2) تغذیه با 40 میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از مکمل روی-متیونین (حاوی 10 درصد روی، Availa® Zn, Zinpro, USA) و 3) تغذیه با40 میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از مکمل سولفات روی 7 آبه (حاوی 23 درصد روی، شرکت جوانه خراسان، ایران) بود. جیره‌های آزمایشی (جدول 1) با استفاده از نرم افزار سیستم تغذیه نشخوارکنندگان کوچک (SRNS نسخه 4468.9.1) فرموله و موازنه شدند. نسبت علوفه به کنسانتره 25 به 75 بود. خون‌گیری پس از گرسنگی شبانه در هفته‌های صفر (قبل از آغاز تغذیه مکمل‌ها)، 3، 6 و 9 آزمایش انجام شد. بره‌ها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری و اندازه‌گیری مصرف خوراک بصورت روزانه و با کسر باقیمانده خوراک از مقدار خوراک داده‌شده انجام شد. سنجش مواد مغذی جیره بر اساس روش‌های AOAC (2) انجام شد. ماده خشک نمونه‌های خوراک با قراردادن خوراک در آون با دمای 65 درجه به مدت 72 ساعت، مقدار پروتئین خام نمونه از روش کجلدال با دستگاه تقطیر و تیتر کجلدال (Behr، آلمان) و چربی با استفاده از دستگاه سوکسله (Behr، آلمان) اندازه‌گیری شد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) با دستگاه آنالیز الیاف VELP (Scientifica، ایتالیا) طبق روش ون سوست (29) تعیین شد. سنجش غلظت مس و روی نمونه‌های خوراک و سرم با استفاده از دستگاه اسپکتروسکوپی جذب اتمی (مدل پرکین المر، آمریکا) انجام شد. هضم شدند. به‌طور خلاصه، نمونه‌های خشک شده و خاکستر شده با استفاده از اسید نیتریک غلیظ به مدت 45 دقیقه در 60-70 درجه سانتی‌گراد حرارد داده شدند و سپس پراکسید هیدروژن به آن‌ها افزوده شد و به مدت 30 دقیقه تا نزدیک خشک شدن حرارت دیدند سپس باقیمانده در اسیدهیدروکلریک حل شد (23). با استفاده از استانداردهای خالص هر عنصر و تزریق نمونه‌ها، منحنی‌های استاندارد ترسیم و غلظت عناصر محاسبه شد. غلظت مس و روی علوفه، کنسانتره و خوراک مخلوط در جدول 2 آورده شده است. غلظت کلسیم، فسفر، گلوکز، پروتئین تام و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (کیت‌های شرکت پارس آزمون، تهران، ایران) با دستگاه اسپکتروفتومتر (اتوآنالایزر، BT 3500، اسپانیا) اندازه‌گیری شد. تعیین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (کیت رندوکس-رنسود، شرکت رندوکس، انگلستان) در گلبول‌های قرمز و بر اساس روش سان و همکاران (27) انجام شد. بدین منظور 0/5 میلی‌لیتر نمونه خون کامل به‌مدت 10 دقیقه در 3000 دور در دقیقه (rpm) سانتریفیوز شد و پس از برداشت پلاسما، گلبول‌های قرمز 4 بار با 3 میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم 0/9 درصد شستشو و سانتریفیوژ شدند. همولیزات گلبول قرمز پس از مخلوط‌شدن با آب مقطر سرد و بافر فسفات رقیق، آماده سنجش دستگاهی (دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج 505 نانومتر) شدند. اصول این روش بر اساس جلوگیری از کاهش 2-(4-یدوفنیل) 5-فنیل تترازولیوم کلراید توسط سیستم زانتین-زانتین اکسیداز (به‌عنوان تولیدکننده رادیکال سوپراکسید) بود. میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به‌صورت واحد در گرم هموگلوبین گزارش شد.

1- Temperature humidity index

جهت محاسبه شاخص دمایی-رطوبتی (THI)[1] از داده‌های بدست‌آمده شامل حداکثر، حداقل و میانگین دما و درصد رطوبت نسبی استفاده شد. شاخص دمایی-رطوبتی بر اساس فرمول گارسیا-اسپیرتو و همکاران (4) محاسبه‌گردید:

THI = 0/8 × بیشینه دما + (کمینه رطوبت نسبی/100) × (بیشینه دما – 14/4) + 46/4 (1)

آنالیز آماری نتایج با رویه مختلط (Mixed) نرم‌افزار آماری SAS (19) و با درنظر گرفتن اثر دام به‌عنوان اثر تصادفی، تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه و سطوح فراسنجه‌های خونی در شروع آزمایش (زمان صفر) به‌عنوان متغیرکمکی[2] انجام‌شد. درصورت معنی‌دار نشدن اثر متغیر کمکی، این اثر از مدل آنالیز آماری حذف شد. آنالیز مشاهدات مربوط به غلظت فراسنجه‌های خونی در زمان‌های مختلف در دوره آزمایشی به‌صورت اندازه‌گیری‌های تکرارشده[3] در زمان (با اثرات ثابت تیمار، زمان (روز یا هفته)، تیمار × زمان و اثر تصادفی بره داخل هر ترکیب تیمار × زمان) صورت‌گرفت. ساختار کورایانسی که کمترین خطا را داشت، به‌عنوان ساختار کواریانس مدل انتخاب شد. سطح معنی‌داری نتایج به‌لحاظ آماری $P < 0/05$ درنظر گرفته شد. $P < 0/1$ نیز به‌عنوان تمایل به معنی‌داری انتخاب شد. سطح معنی‌داری اثرات تیمار، زمان و تیمار × زمان برای آنالیز داده‌ها در زمان‌های 3، 6 و 9 هفتگی آورده شده است. مدل آماری طرح پایه به‌صورت ذیل بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (2)$$

Y_{ij} = متغیر وابسته (هر مشاهده)؛ μ = میانگین کل مشاهدات؛ T_i = اثر ثابت تیمار؛ e_{ij} = خطای آزمایش

نتایج و بحث

میانگین مصرف خوراک بره‌ها در گروه شاهد، روی-متیونین و سولفات روی به‌ترتیب 902، 900 و 842 گرم در روز (با خطای استاندارد 33/31) بود که به‌لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشت. طبق نتایج بدست‌آمده (جدول 3)، بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی-متیونین ($P = 0/009$) و سولفات روی ($P = 0/044$) غلظت سرمی روی بالاتری در مقایسه با گروه شاهد در هفته سوم آزمایش داشتند. میانگین غلظت روی سرم در کل دوره در گروه شاهد، روی-متیونین و سولفات روی به ترتیب 98، 124 و 114 میکروگرم در دسی‌لیتر (با خطای استاندارد 5/01) بود که میانگین غلظت روی بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی بالاتر از گروه شاهد بود ($P < 0/05$). همچنین غلظت روی در سرم خون بره‌های گروه روی-متیونین در هفته 9 آزمایش در مقایسه با گروه شاهد بالاتر بود که این تفاوت به‌لحاظ آماری تمایل به معنی‌داری داشت ($P = 0/09$). با وجود این، بین گروه تغذیه‌شده با مکمل روی-متیونین با بره‌های گروه سولفات روی تفاوتی وجود نداشت.

طبق منابع (1)، مقادیر نرمال روی سرم خون دام‌های نشخوارکننده بین 0/9 تا 1/5 میلی‌گرم در لیتر (معادل با 90 تا 150 میکروگرم در دسی‌لیتر) می‌باشد. نتایج غلظت روی در زمان صفر نشان داد که در هر سه گروه، غلظت روی سرم کمتر از 90 میکروگرم در دسی‌لیتر بود (جدول 3) که بیانگر کمبود روی در بره‌های مورد استفاده در این آزمایش است. مطالعه‌ی حاضر در تابستان و در منطقه‌ی گرمسیری انجام شد که دام‌ها قبل از ورود به آزمایش از مراتع فقیر تغذیه می‌کردند که این تنش‌های غذایی و گرمایی می‌تواند دلیلی بر غلظت پایین روی خون آن‌ها باشد زیرا در شرایط کمبود روی خاک، غلظت روی در گیاهان کاهش می‌یابد و نیاز به افزودن روی به جیره می‌باشد (14و 18). از سوی دیگر بعلت کاهش مصرف خوراک و افزایش دفع، نیاز دام به عناصر در شرایط تنش افزایش می‌یابد (12 و 14). سنجش داده‌های دما و رطوبت (شکل 1) نشان‌دهنده‌ی میانگین THI 84/7 واحد و میانگین دمای بیشینه 43 درجه سانتی‌گراد در طی آزمایش بود. پژوهش‌ها (21) نشان داد که قرارگرفتن گوسفند به‌مدت طولانی در معرض بیشینه‌ی دمای بالاتر از 30 درجه سانتی‌گراد و THI بالاتر از 80 سبب بروز تنش گرمایی و کاهش تولید می‌شود و دفع روی نیز در شرایط تنش افزایش می‌یابد (14). از سوی دیگر، بیشتر خاک‌های ایران غلظت روی پایینی دارند (18). پس از اعمال تیمارها، میانگین غلظت روی در کل دوره به‌طور قابل توجهی افزایش یافت اما این افزایش در هفته 3 در مقایسه با هفته‌های 6 و 9 معنادار بود. دلیل تفاوت غلظت روی گروه‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی در مقایسه با شاهد در هفته 3 در تقابل با هفته‌های 6 و 9 می‌تواند به نقش هموستازی بدن در تنظیم غلظت روی ازطریق تغییر نرخ جذب و دفع باشد؛ به‌طوری‌که پس از رسیدن غلظت روی سرم به سطح مناسب، کنترل هموستاتیک با کاهش نرخ جذب و یا افزایش دفع بدنبال حفظ غلظت در دامنه‌ی مناسب و جلوگیری از سیر صعودی غلظت روی خون است (8، 14). نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه متفاوت بوده است. مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، پژوهش‌ها بر روی بزها با تغذیه 65 میلی گرم مکمل روی در هرکیلوگرم خوراک (3)، و بره‌های زندی با 20 میلی‌گرم روی (10)، افزایش غلظت روی خون را نشان داد. همچنین جیا و همکاران (6)، افزایش غلظت روی پلاسما با تغذیه مکمل‌های روی در بزها را مشاهده کردند، در حالی‌که در پژوهش‌های دیگری در گوساله‌ها (11و26) و بزهای شیری (19)، عدم تاثیر مکمل‌های روی بر غلظت روی خون گزارش شد.

1- Temperature humidity index
2- Co-Variate
3- Repeated measures

جدول1- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی

Table1- Ingredients and chemical composition of experimental diet

اجزاء جیره Ingredients	مقدار (درصد) Amount (%)
یونجه Alfalfa hay	25
دانه جو Barley grain	56.8
کنجاله سویا Soybean meal	8.3
سبوس گندم Wheat bran	6.7
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.8
نمک Salt	0.5
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.9
مکمل مواد معدنی-ویتامینی[1] Mineral-vitamin mixture	1
ترکیب شیمیایی (درصد) Chemical composition (%)	
پروتئین خام Crude protein	14.5
عصاره اتری Ether extract	2.4
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	32.8
انرژی متابولیسمی (مگاکالری در کیلوگرم)[2] ME (Mcal kg^{-1})	2.5
کلسیم Ca	0.82
فسفر P	0.45
روی Zn	48

[1]در مکمل مواد معدنی-ویتامینی استفاده‌شده (در هرکیلوگرم ماده خشک مکمل): کلسیم 195، فسفر 90، منیزیم 20، آهن 3 و منگنز 2 گرم؛ مس 280، کبالت 100، ید 100، سلنیوم 10 و آنتی-اکسیدان 400 میلی‌گرم؛ ویتامین A 500000 واحد، ویتامین D 100000 واحد و ویتامین E 100 میلی‌گرم.

[2]انرژی متابولیسمی (مگاکالری در کیلوگرم جیره) توسط نرم‌افزار جیره‌نویسی نشخوارکنندگان کوچک (SRNS) محاسبه شده‌است.

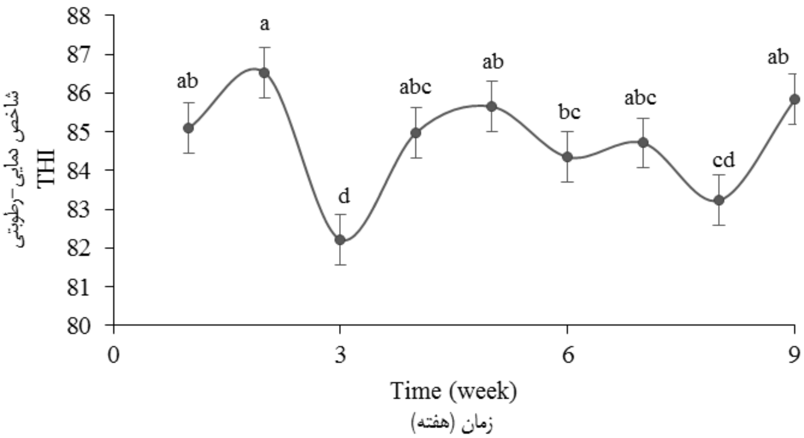
[1]The mineral-vitamin mixture contained (per kg supplement): Ca 195 g, P 90 g, Mg 20 g, Fe 3 g, Mn 2 g, Cu 280 mg, Co 100 mg, I 100 mg, Se 10 mg, antioxidant 400 mg; Vitamin A 500000 IU, Vitamin D3 100000 IU and Vitamin E 100 mg.

[2] Metabolisable energy (Mcal kg^{-1}) was calculated by small ruminant nutrition system software (SRNS).

جدول 2- غلظت روی و مس جیره پایه

Table2- Zn and Cu concentrations of the basal diet (mg kg^{-1} DM)

اقلام Items	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) Zn (mg/kg DM)	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) Cu (mg/kg DM)
کنسانتره Concentrate feed	54	12
علوفه یونجه Alfalfa hay	30	10.7
خوراک کاملا مخلوط Total mixed ration	48	11.7



شکل 1- شاخص دمایی-رطوبتی (THI) در طی دوره آزمایش

Figure1- Temperature-humidity index (THI) during experimental period

تنوع نوع دام، شرایط تولیدی، سن، غلظت روی جیره پایه و شرایط آب و هوایی از دلایل تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف است. با این‌حال، یکی از مهمترین علت‌های افزایش غلظت روی سرم در بره‌های مصرف‌کننده مکمل‌های روی در آزمایش حاضر می‌تواند غلظت روی پایین خون آن‌ها قبل از تغذیه باشد. پژوهش‌ها (8) نشان داد در شرایطی که غلظت روی خون در حد نرمال قرار دارد، افزایش غلظت روی خون با تغذیه مکمل‌ها به سختی انجام می‌شود.

میانگین غلظت مس در طی آزمایش در گروه شاهد، روی-متیونین و سولفات روی به ترتیب 31/5، 30/4 و 34/8 میکروگرم در دسی‌لیتر بود که به‌لحاظ آماری تفاوتی با هم نداشت. غلظت مس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (جدول 3) نیز در گروه‌های آزمایشی با هم اختلافی نداشت. با وجود این‌که رابطه آنتاگونیستی شدیدی بین مس و روی در سطح جذب وجود دارد و با افزایش غلظت روی جیره، جذب مس کاهش می‌یابد (14)، غلظت مس سرم بره‌ها در پژوهش حاضر تحت تاثیر تغذیه با مکمل‌های روی قرار نگرفت که با نتایج آزمایشات انجام‌شده بر روی گوساله‌ها (9) مطابقت دارد.

جدول3- غلظت روی و مس سرم خون بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی[1]

Table 3- Serum zinc and copper concentrations of lambs fed zinc supplements[1]

فراسنجه Parameter	زمان (هفته) Time (Week)	گروه آزمایشی Experimental group: شاهد Control	روی-متیونین Zn-Met	سولفات روی $ZnSO_4$	SEM	P-Value: تیمار Trt	زمان Time	تیمار*زمان Trt*Time
روی (میکروگرم در دسی‌لیتر) Zn ($\mu g\ dl^{-1}$)						0.005	0.15	0.61
	0	85.5	89.9	81.0	9. 41			
	3	81.3^b	119.5^a	108.7^a	9.93			
	6	103.8	118.0	117.7	9.93			
	9	110.2	135.0	114.7	9.93			
مس Cu						0.73	0.90	0.96
	0	42.6	38.8	47.4	5.84			
	3	34.5	29.5	35.8	5.93			
	6	31.2	29.8	33.0	5.93			
	9	28.8	32.0	35.8	5.93			

[1] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف می‌باشند (P < 0/05).

[1] Means within the same row with different superscripts differ (P < 0.05).

برخلاف نتایج این آزمایش، بالانس منفی مس با تغذیه 60 میلی‌گرم مکمل روی در هرکیلوگرم خوراک در گوساله‌ها گزارش شد (7). عدم تاثیر مکمل‌های روی بر غلظت مس در آزمایش حاضر می‌تواند ناشی از غلظت کافی مس جیره پایه و سطح نرمال مکمل روی افزوده شده باشد. سطح مس جیره پایه پژوهش حاضر (11/7 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در دامنه‌ی نرمال (7-10 میلی‌گرم در کیلوگرم) برای گوسفند می‌باشد (13) و اغلب کمبود مس در شرایطی رخ می‌دهد که جیره پایه دارای مقادیر پایین مس باشد.

مطالعات اندکی در رابطه با تاثیر مکمل‌های روی بر غلظت کلسیم و فسفر در دام‌های نشخوارکننده به‌ویژه گوسفندان ایران وجود دارد. در پژوهش حاضر، اگر چه غلظت کلسیم و فسفر (جدول 4) به‌طور معنی‌داری در طی زمان افزایش یافت (P = 0/02)، اما تفاوت قابل‌توجهی بین میانگین غلظت کلسیم و فسفر در گروه‌های آزمایشی (به‌ترتیب کلسیم و فسفر: شاهد 8/82، 5/92؛ روی-متیونین 9/07، 6/26؛ سولفات روی 9/03، 6/04 میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مشاهده نشد. این افزایش غلظت در طی زمان می‌تواند به‌علت افزایش مصرف این مکمل‌ها به‌واسطه‌ی افزایش خوراک مصرفی در طی آزمایش باشد. به‌نظر می‌رسد غلظت بالاتر کلسیم سرم در بره‌های گروه سولفات روی در مقایسه با گروه شاهد در هفته 6 آزمایش ناشی از اثر مکمل‌های روی نباشد، زیرا همان‌طور که بیان‌شد بین میانگین غلظت کلسیم گروه‌های آزمایشی تفاوتی وجود نداشت. همچنین، با وجودی‌که افزایش کلسیم جیره سبب کاهش جذب روی می‌شود (28)، اما گزارشی مبنی بر کاهش جذب کلسیم با افزایش غلظت روی جیره در دام‌های نشخوارکننده مشاهده نشد.

میانگین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گروه شاهد، روی-متیونین و سولفات روی به‌ترتیب 1148، 1360 و 1310 واحد در هر گرم هموگلوبین (خطای استاندارد 71/7 واحد) بود که حکایت از بهبود فعالیت این آنزیم در بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی بود. با وجود این، به‌لحاظ آماری، تنها تفاوت فعالیت آنزیمی خون بره‌های گروه روی-متیونین در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود (P = 0/04).

جدول4- غلظت کلسیم و فسفر سرم خون (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی[1]

Table 3- Serum calcium and phosphorous concentrations of lambs fed zinc supplements[1]

فراسنجه Parameter	زمان (هفته) Time (Week)	گروه آزمایشی Experimental group: شاهد Control	روی-متیونین Zn-Met	سولفات روی $ZnSO_4$	SEM	P-Value: تیمار Trt	زمان Time	تیمار*زمان Trt*Time
کلسیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Ca (mg dl^{-1})						0.45	0.02	0.49
	0	8.9	9.1	9.0	0.14			
	3	8.3	8.8	8.5	0.29			
	6	8.6^{b}	9.2^{ab}	9.4^{a}	0.29			
	9	9.4	9.2	9.2	0.29			
فسفر(میلی‌گرم در دسی‌لیتر) P (mg dl^{-1})						0.73	0.02	0.37
	0	5.5	5.3	4.8	0.35			
	3	5.7	5.4	5.6	0.43			
	6	5.7	6.3	6.3	0.43			
	9	6.2	6.9	6.1	0.43			

[1] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف می‌باشند ($P < 0/05$).

[1] Means within the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

طبق یافته‌های این آزمایش (جدول 5)، بره‌های گروه روی-متیونین در هفته 9 (P = 0/01) و گروه سولفات روی در هفته 6 (P = 0/03) فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز خون بالاتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند که این خود بر تغییرات زمانی فعالیت آنزیمی دلالت دارد. به‌علت این‌که در اکثر مطالعات در دو مرحله یکی در ابتدا و دیگری در انتهای آزمایش خون‌گیری انجام می‌شود، اطلاعات دقیقی در رابطه با نوسانات فعالیت این آنزیم در طی زمان در دسترس نیست. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز که به عناصر مس، منگنز و روی وابسته است، از طریق خنثی‌سازی رادیکال‌های سوپراکسید نقش مهمی در حفاظت سلول در برابر تخریب توسط عوامل اکسیدانت بازی می‌کند، بنابراین کمبود این عناصر سبب کاهش فعالیت آن می‌شود (14). در رابطه با تاثیر مکمل‌های روی بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، مطابق با نتایج این آزمایش، تغذیه مکمل‌های آلی و معدنی روی سبب افزایش فعالیت این آنزیم در خون گاوهای شیری هلشتاین شد (24) در حالی‌که در گوساله‌ها (11) تفاوتی بین گروه‌های دریافت‌کننده روی با شاهد مشاهده نشده است.

نوع حیوان، مرحله‌ی تولید آن و نوع و مقدار مکمل استفاده‌شده ازجمله دلایل تفاوت نتایج مطالعات انجام‌شده در این زمینه می‌باشد.

آنزیم آلکالین فسفاتاز، که جهت انجام فعالیت خود به عنصر روی وابسته است، نیز از شاخص‌های مهم برای تعیین وضعیت روی خون و متابولیسم آن می‌باشد و غلظت‌های پایین آن در حیوانات دچار کمبود عنصر روی مشاهده شده است (28). دامنه‌ی فعالیت این آنزیم بسیار متغیر و وابسته به سن و شرایط فیزیولوژیک حیوان است به‌طوریکه میزان آن با افزایش سن کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر، افزایش چشمگیر فعالیت این آنزیم در گروه‌های روی-متیونین (0/02 = P) و سولفات روی (0/01 = P) در مقایسه با شاهد در هفته 3 آزمایش مشاهده شد. شباهت تغیرات زمانی فعالیت این آنزیم به تغیرات غلظت روی (افزایش قابل توجه غلظت روی و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در گروه‌های دریافت‌کننده روی و تفاوت‌شان با گروه شاهد) می‌تواند مویّد وابستگی فعالیت این آنزیم به عنصر روی باشد (28). میانگین مقدار این آنزیم در کل دوره آزمایش در گروه شاهد، روی-متیونین و سولفات روی به ترتیب 59/0، 72/7 و 83/0 واحد در لیتر (با خطای استاندارد 4/23 واحد) بود که دو گروه دریافت‌کننده مکمل‌های روی فعالیت آنزیمی بالاتری درمقایسه با شاهد داشتند (0/05 > P). در رابطه با تاثیر مکمل‌های روی بر فعالیت آلکالین فسفاتاز در گوسفند نتایجی یافت نشد. با این‌حال اسپیرز (26) عدم تاثیر مکمل‌های روی بر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در گوساله‌های نر اخته را گزارش کرد در حالی‌که افزایش فعالیت این آنزیم در نتیجه‌ی تغذیه با مکمل‌های روی در گوساله‌های بوفالو مشاهده شد (17).

جدول5- فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و آلکالین فسفاتاز خون بره‌های تغذیه‌شده با مکمل‌های روی[1]

Table 5- Blood superoxide dismutase (SOD) and alkaline phosphatase (ALP) activities of lambs fed zinc supplements[1]

فراسنجه Parameter	زمان (هفته) Time (Week)	گروه آزمایشی Experimental group: شاهد Control	روی-متیونین Zn-Met	سولفات روی $ZnSO_4$	SEM	P-Value: تیمار Trt	زمان Time	تیمار*زمان Trt*Time
سوپراکسید دیسموتاز (واحد در گرم هموگلوبین) SOD ($U\ g^{-1}Hb$)						0.05	0.009	0.01
	0	1150.7	1175.0	1262.0	79.61			
	3	1119.2	1278.8	1231.0	79.20			
	6	1152.5^{b}	1274.0^{ab}	1416.2^{a}	79.20			
	9	1192.0^{b}	1524.3^{a}	1285.0^{ab}	79.20			
آلکالین فسفاتاز (واحد در لیتر) ALP ($U\ l^{-1}$)						0.04	0.001	0.07
	0	33.3	32.4	32.8	6.82			
	3	37.7^{b}	66.2^{a}	69.0^{a}	7.66			
	6	61.5^{b}	69.6^{ab}	87.8^{a}	7.66			
	9	77.8	82.4	92.3	7.66			

[1]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف می‌باشند (0/05 > P).

[1]Means within the same row with different superscripts differ (P < 0.05).

غلظت گلوکز خون تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما در طی زمان افزایش یافت (0001 > P)، به‌طوری‌که غلظت گلوکز سرم خون (جدول 6) در هفته 6 و 9 بالاتر از هفته 3 در همه‌ی گروه‌های آزمایشی بود (0/05 > P). نتایج پژوهش‌های مختلف حاکی از پاسخ‌های متفاوت گلوکز خون دام‌ها به مکمل‌های روی است. افزایش غلظت گلوکز خون از طریق تغییر در فعالیت مسیرهای بیوشیمیایی دخیل در گلوکونئوژنز در پاسخ به مصرف جیره‌های حاوی 0/12 درصد روی-متیونین در بزها گزارش شد (16) در حالی‌که در آزمایش انجام‌شده در گوسفند، مصرف مکمل روی-متیونین تاثیری بر غلظت گلوکز خون نداشت (5). همچنین استفاده از مکمل روی در موش سبب کاهش غلظت گلوکز خون شد (22). غلظت پروتئین تام نیز در طی زمان افزایش یافت (0/05 > P)، اما تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. به‌نظر می‌رسد افزایش گلوکز و پروتئین تام خون در طی زمان ناشی از بهبود وضعیت تغذیه‌ای دام‌ها در طی آزمایش در مقایسه با قبل از آن، که از مراتع فقیر چرا می‌کردند، باشد.

جدول6- غلظت گلوکز و پروتئین تام خون برههای تغذیهشده با مکملهای روی[1]

Table 6- Blood glucose and total protein concentrations of lambs fed zinc supplements[1]

فراسنجه Parameter	زمان (هفته) Time (Week)	گروه آزمایشی Experimental group شاهد Control	روی-متیونین Zn-Met	سولفات روی $ZnSO_4$	SEM	P-Value تیمار Trt	زمان Time	تیمار*زمان Trt*Time
گلوکز (میلیگرم در دسیلیتر) Glucose (mg dl^{-1})						0.69	<0.0001	0.44
	0	42.8	39.5	40.4	3.51			
	3	43.6	40.0	42.5	3.70			
	6	53.8	56.6	49.6	3.70			
	9	58.3	51.3	55.7	3.70			
پروتئینتام (گرم در دسیلیتر) Total protein (g dl^{-1})						0.39	0.001	0.79
	0	6.66	6.17	6.98	0.275			
	3	6.41	6.55	7.00	0.283			
	6	6.85	7.13	7.30	0.283			
	9	7.25	7.40	7.49	0.283			

[1]میانگینهای هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف میباشند (P < 0/05).

[1]Means within the same row with different superscripts differ (P < 0.05).

نتیجهگیری

بهطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که، سطح روی سرم خون برههای کرمانی قبل از تغذیه با مکملهای روی-متیونین و سولفات روی پایینتر از حد نرمال بود و تغذیه مکملهای روی به میزان 40 میلیگرم در کیلوگرم خوراک (با غلظت روی 48 و مس 11/7 میلیگرم در کیلوگرم جیره پایه)، سبب بهبود غلظت سرمی روی بهویژه در 3 هفته نخست تغذیه شد. با وجود رابطه آنتاگونیستی روی با مس، استفاده از مکمل روی تاثیر منفی بر غلظت مس خون نداشت. همچنین سطوح عناصر کلسیم و فسفر خون تحت تاثیر مکملهای روی قرار نگرفت. مکمل روی-متیونین در مقایسه با سولفات روی، اثر بهتری بر بهبود فعالیت آنزیم آنتیاکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز گذاشت. تغذیه هر دو مکمل آلی و معدنی روی سبب افزایش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز شد و سطوح گلوکز و پروتئین تام سرم خون در پاسخ به تغذیه این مکملها تغییر نکرد.

منابع

1- Agricultural Research Council (ARC). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, London.

2- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Official methods of analysis. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA.

3- Chhabra, J. K, and S. P. Arora. 1985. Effect of Zn deficiency on serum vitamin A level, tissue enzymes and histological alterations in goats. Livestock Production Science, 12: 69-77.

4- Garcia-Ispierto, I., F. Lopez-Gatius, P. Santolaria, J. L. Yaniz, C. N. Nogareda, M. Lopez-Bejar, and F. DeRenesis. 2006. Relationship between heat stress during the pre-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. Theriogenology, 65:799-807.

5- Jafarpour, N., M. Khorvash, H. R. Rahmani, A. Pezeshki, and M. Hosseini Ghaffari. 2015. Dose-responses of zinc-methionine supplements on growth, blood metabolites and gastrointestinal development in sheep. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 99: 668-675.

6- Jia, W., Z. Jia, W. Zhang, R. Wang, S. Zhang, and X. Zhu. 2008. Effects of dietary zinc on performance, nutrient digestibility and plasma zinc status in Cashmere goats. Small Ruminant Research, 80: 68-72.

7- Khan, S. A. 1978. Interaction of copper and zinc and its influence on the metabolism of major nutrients in growing calves. PhD Thesis. Aligarh Muslim University, Aligarh, India.

8- Kun, B., S. Weili, L. Chunyi, W. Kaiying, L. Zhipeng, B. Shidan, and L. Guangyu. 2015. Effects of dietary zinc supplementation on nutrient digestibility, haematological biochemical parameters and production performance in male Sika deer (*Cervus nippon*). Animal Production Science, 56: 997-1001.

9- Malcolm-Callis, K. J., G. C. Duff, S. A. Gunter, E. B. Kegley, and D. A. Vermeire. 2000. Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics, and serum values in finishing beef steers. Journal of Animal Science, 78: 2801-2808.
10- Mallaki, M., M. A. Norouzian, and A. A. Khadem. 2015. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization, and plasma zinc status in lambs. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 39: 75-80.
11- Mandal, G. P., R. S. Dass, A. K. Garg, V. P. Varshney, and A. B. Mondal .2008. Effect of zinc supplementation from inorganic and organic sources on growth and blood biochemical profile in crossbred calves. Journal of Animal Feed Science, 17:147-156.
12- Mousaie, A., R. Valizadeh, A. A. Naserian, M. Heidarpour, and H. Kazemi Mehrjerdi. 2014. Impacts of feeding selenium-methionine and chromium-methionine on performance, serum components, antioxidant status and physiological responses to transportation stress of Baluchi ewe lambs. Biological Trace Element Research, 162: 113-123.
13- National Research Council (NRC). 1985. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
14- National Research Council (NRC). 2005. Mineral tolerance of animals. 2th edition, National Academy Press. Washington, D.C., USA.
15- Pal D.T., N. K. S. Gowda, C. S. Prasad, R. Amarnath, U. Bharadwaj, G. Suresh Babu, and K. T. Sampath. 2010. Effect of copper- and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. Journal of Trace Element in Medicine and Biology, 24: 89-94.
16- Pi, Z. K., Y. M. Wu, and J. X. Liu. 2005. Effect of pretreatment and pelletization on nutritive value of rice straw-based total mixed ration, and growth performance and meat quality of growing Boer goats fed on TMR. Small Ruminant Research, 56: 81-88.
17- Ramulu, SP., D. Nagalakshmi, and M. Kishan Kumar. 2015. Effect of zinc supplementation on haematology and serum biochemical constituents in Murrah buffalo calves. Indian Journal of Animal Research, 49: 482-486.
18- Rezazadeh Zavoshti, F., S. Asri Rezaei, A. B. Sioofy-Khojine, and A. A. Heidary. 2012. Correlation of zinc and copper values in the blood serum of Makuii sheep. Comparative Clinical Pathology, 21: 1263-1267.
19- Salama Ahmed, AK., G. Cajat, E. Albanell, X. Snch, and R. Caslas. 2003. Effects of dietary supplements of zinc-methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats. Journal of Dairy Research, 70: 9-17.
20- SAS Institute, 2003. SAS Users' Guide. Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
21- Sevi, A., G. Annicchiarico, M. Albenzio, L. Taibi, A. Muscio, and S. Dell'Aquila. 2001. Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. Journal of Dairy Science, 84: 629-640.
22- Shisheva, A., D. Gefel, and Y. Shechter. 1992. Insulin like effects of zinc ion in vitro and in vivo: preferential effects on desensitized adipocytes and induction of normoglycemia in streptozotocin-induced rats. Diabetes, 41: 982-988.
23- Shrivas, K. and N. K. Jaiswal. 2013. Dispersive liquid-liquid microextraction for the determination of copper in cereals and vegetable food samples using flame atomic absorption spectrometry. Food Chemistry, 141: 2263-2268.
24- Sobhanirad, S., and A. A. Naserian. 2012. Effects of high dietary zinc concentration and zinc sources on hematology and biochemistry of blood serum in Holstein dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 177: 242-246.
25- Spears, J.W. 2003.Trace mineral bioavailability in ruminants. Journal of Nutrition. 133: 1506S-1509S.
26- Spears, J. W., P. Schegel, M. C. Seal, and K. E. Lloyd. 2004. Bioavailability of zinc from zinc sulphate and different zinc sources and their effects on ruminal volatile fatty acid proportions. Livestock Production Science, 90: 211-217.
27- Sun, Y., L. W. Oberley, and Y. Li. 1988. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. Clinical Chemistry, 34: 497-500.
28- Underwood, E. J., and N. F. Suttle. 1999. Zinc. In: The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd ed. pp 477–512. CABI Publishing, New York.
29- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3587.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 3, Fall 2019, p. 319-329

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص. 329-319

Dietary organic and inorganic zinc supplements in Kermani male lambs: Impacts on serum minerals, antioxidant status and some blood parameters.

A. Mousaie[1*]
Received: 11-11-2017
Accepted: 10-07-2018

Introduction Sheep production in arid and semi-arid parts of Iran undergoes feed shortage due to poor natural vegetation. Trace minerals, as metabolic modifiers, are essential in ruminants' diets because of their contribution in biochemical processes required for normal growth and development. Zinc (Zn) is one of the most deficient minerals in soils of many parts of the world including Iran. Zinc is known to affect growth, reproduction and immune system of the animals. Although administration of Zn supplements in ruminants' diets has been receiving increased attention in recent years, however, it is not well-established that how much of Zn supplement is more effective for improving fattening lambs' performance, metabolism and antioxidant status. Furthermore, there are a few information about blood minerals of Kermani sheep. Thus, the aim of this study was to evaluate the likely effects of different Zn sources on some blood parameters related to animal health and production.

Materials and Methods This study was conducted at the Research Station of Department of Animal Sciences, University of Jiroft, Iran. Twenty-one Kermani male lambs (7 months of age, 28 ± 0.9 kg of body weight) were assigned to 1 of 3 following treatments (7 lambs each) for 9 weeks in a completely randomized design: (1) Control diet; (2) Control diet plus supplemental zinc-methionine (Zn-Met, 40 mg/kg dry matter (DM)) and (3) Control diet plus supplemental zinc sulfate (ZnSO4, 40 mg/kg DM). Two weeks adaptation period to basal diet was done before the experimental period. Basal diet contained 48 and 11.7 mg/kg DM of Zn and Cu respectively. Blood samples were collected before commencement (time 0), and at weeks 3, 6 and 9 of the experiment. Serum minerals and metabolites concentrations and whole blood superoxide dismutase activity (SOD) were measured. Maximum air temperature and minimum relative humidity data were used to calculate the temperature-humidity index (THI). Statistical analysis was carried out using SAS software. A mixed model with fixed effects of treatment, week and treatment × week, as well as the random effect of lamb within treatment × week were used. Time of sampling (week) was used as a repeated effect and subject for the repeated statement was lamb within dietary treatment. Where biologically worthwhile and significant, the initial values for blood metabolites (before supplementation (time 0)) and initial body weight were included in model as a covariate to further improve the analysis precision. The significant differences were declared and tendencies.

Results and Discussion Based on the findings, Kermani male lambs of this study had deficient blood Zn contents (under 90 µg dl-1) before the commencement of the experiment. Lambs on Zn-Met- and ZnSO4-supplemented diets had higher serum average Zn concentrations than those on the control diet ($P<0.05$). Serum Zn content showed a time-dependent trend so that Zn-supplemented groups had higher Zn concentrations at week 3 in spite of weeks 6 and 9 of the experiment ($P<0.05$). The concentrations of serum calcium, phosphorous and copper were not affected by the treatments. However, calcium and phosphorous increased by time ($P=0.02$). Dietary Zn supplementation of lambs, irrespective of its source, led to increased average blood alkaline phosphatase activity (ALP) which was more obvious in week 3 of the experiment ($P<0.05$). This similar trend between Zn and ALP contents through time may imply to the close association between blood Zn concentration with ALP activity. Lambs on Zn-Met-supplemented diet exhibited improved SOD activity comparing those on the control diet ($P<0.05$). These findings, suggesting that at least the supplemented Zn is being incorporated in the system, resulting in increased SOD activity. Serum glucose and total protein concentrations increased during time ($P<0.01$) but no differences were observed among experimental groups.

Conclusion These results indicated the beneficial effects of dietary Zn supplementation of 40 mg/kg diet for increasing serum Zn concentration and alkaline phosphatase activity of male lambs. Zn-Met was more effective than ZnSO4 for improving antioxidant status. In addition, no adverse effects of Zn supplementation on serum copper, calcium, phosphorous, glucose and total protein concentrations were observed. Additionally, some blood parameters such as Zn concentration and ALP activity revealed a time-dependent variation in this study which

1- Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
(*-Corresponding Author Email: moosaee.amir@gmail.com)

suggests that repeated blood sampling may be more appropriate than endpoint sampling particularly in respect to blood metabolites.

Key words: Kermani lamb, Minerals, Superoxide dismutase, Zinc supplement